

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 56-159707

(43)Date of publication of application : 09.12.1981

(51)Int.Cl.

G05B 19/403

B23P 1/12

G05B 19/42

(21)Application number : 55-063589

(71)Applicant : DAIHEN CORP

(22)Date of filing : 13.05.1980

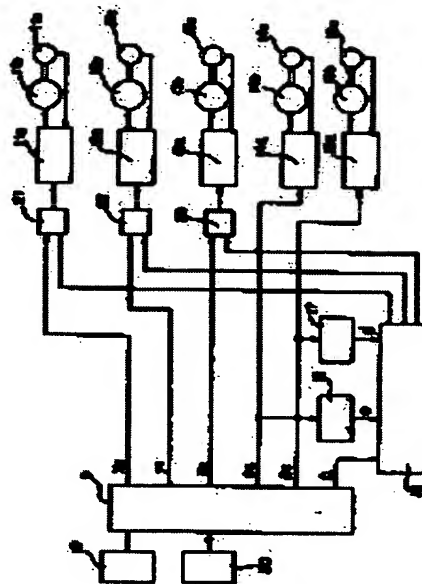
(72)Inventor : MURAKAMI ETSUZO
YONEDA TOSHIO

(54) CONTROLLER OF INDUSTRIAL ROBOT

(57)Abstract:

PURPOSE: To perform operation in changing the attitude of a working tool and in varying its effective length.

CONSTITUTION: A controller 9 outputs position command signals x_c and ψ_c for respective axes at pulse intervals which correspond to a prescribed moving speed, and respective axes are driven by a servocontrol circuit by receiving those signals. Results of this positioning are detected by encoder 11 and fed back to control circuits 11a for the axes. Position command signals θ_c and ϕ_c for hand shafts are integrated by registers 16 and 17 for recording current positions of shafts θ and ψ . Integration results are outputted to an arithmetic circuit 18. On the other hand, the controller 9 outputs a signal (a) commanding the effective length of a working tool, and this signal (a) is supplied to the arithmetic circuit 18, which calculates the extents of corrections for X, Y and Z axes by using the input signal and signals θ and ϕ from registers 16 and 17. Then, the extents of corrections are added to command signals x_c , y_c and z_c for main coordinate axes by correcting circuits 21 and 23 and sums are supplied to driving circuits 11a for respective axes.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

⑨ 日本国特許庁 (JP)
⑩ 公開特許公報 (A)

⑪ 特許出願公開
昭56—159707

⑫ Int. Cl.³
G 05 B 19/403
B 23 P 1/12
G 05 B 19/42

識別記号
庁内整理番号
7164—5H
6902—3C
7164—5H

⑬ 公開 昭和56年(1981)12月9日
発明の数 2
審査請求 未請求

(全 15 頁)

⑭ 工業用ロボットの制御装置

⑮ 特 願 昭55—63589
⑯ 出 願 昭55(1980)5月13日
⑰ 発 明 者 村上悦三
大阪市淀川区田川2丁目1番11
号大阪変圧器株式会社内

⑱ 発 明 者 米田利男
大阪市淀川区田川2丁目1番11
号大阪変圧器株式会社内
⑲ 出 願 人 大阪変圧器株式会社
大阪市淀川区田川2丁目1番11
号
⑳ 代 理 人 弁理士 中井宏

明細書の浄書(内容に変更なし)
明 細 書

1. 発明の名称

工業用ロボットの制御装置

2. 特許請求の範囲

1 加工具と被加工物とを相対的に移動させるための座標軸と、前記加工具の姿勢を決定する姿勢制御軸とを有し、前記各軸の動作を指令する制御器と、前記制御器からの指令信号に応じて各軸を位置決めするサーボ制御回路とからなる工業用ロボットの制御装置において、前記姿勢制御軸の現在位置信号と前記制御器からの指令信号のうち加工具の実効長さを指示する指令信号とを受けて加工具の実効長さ変更時に発生する加工具先端指向位置の変化量を演算し前記座標軸の位置修正信号を算出する演算回路と、前記指令信号のうち前記座標軸に対する位置指令信号を前記演算回路の出力信号により修正して前記サーボ制御回路に伝送する修正回路とを具備した工業用ロボットの制御装置。

2 前記工業用ロボットにおいて、加工具の移

動軌跡を教示するティーチング時においては基準の加工具長さ l_0 にて教示し、実行時においては前記基準長さ l_0 に替えて調整可能な実行長さ l_1 を前記演算回路に供給する切替え回路を設けた特許請求の範囲第1項に記載の工業用ロボットの制御装置。

3 前記加工具は非消耗電極を用いるアーク溶接用トーチであり、前記加工具の実効長さ信号は前記アーク溶接用トーチの支持点から非消耗電極先端までの距離 l_2 と、予じめ設定された溶接電圧設定値 e_r と検出された溶接電圧 e_a との差電圧 $(e_r - e_a)$ に相当する信号 l_3 との和である特許請求の範囲第1項または第2項に記載の工業用ロボットの制御装置。

4 前記加工具は消耗電極を用いるアーク溶接用トーチであり、前記加工具の実効長さ信号は前記アーク溶接用トーチの支持点からトーチ先端までの距離 l_4 と、トーチ先端から突出した消耗電極の長さ l_5 と予め定められた溶接電圧 e_a に相当する信号 l_6 との和であり前記電極の突出

し長さ l_1 と溶接電圧に相当する信号 ea との少なくとも一方を調整可能とした特許請求の範囲第1項または第2項に記載の工業用ロボットの制御装置。

5 前記演算回路は、前記加工工具の実効長さの変更指令信号を受けたときに姿勢制御軸の原点からの回転角と実効長さの基準信号からの偏差量とに応じて前記座標軸の位置修正信号を算出する主演算器と、前記主演算器の出力から前記実効長さの変更指令信号を受ける以前に算出した前記座標軸の修正量の総和を差引く補助演算器とからなる特許請求の範囲第1項乃至第4項のいずれか一に記載の工業用ロボットの制御装置。

6 前記姿勢制御軸の現在位置信号は前記制御器から出力される姿勢制御指令信号である特許請求の範囲第1項乃至第5項のいずれか一に記載の工業用ロボットの制御装置。

7 前記姿勢制御軸の現在位置信号は、姿勢制御軸の動作位置を検出する検出器の出力である

位回路と、前記位置指令信号のうち前記座標軸に対する指令信号を前記第1の演算回路の出力と前記記憶回路の出力信号とにより修正して前記サーボ制御回路に伝送する修正回路とを具備した工業用ロボットの制御装置。

9 前記工業用ロボットにおいて、加工工具の移動軌跡を教示するティーチング時には基準の加工工具長さ l_0 にて教示し、実行時には前記基準長さ l_0 に替えて調整可能な実行長さ l_1 を前記演算回路に供給する切替え回路を設けた特許請求の範囲第8項に記載の工業用ロボットの制御装置。

10 前記加工工具は非消耗電極を用いるアーク溶接用トーチであり、前記加工工具の実効長さ信号は前記アーク溶接用トーチの支持点から非消耗電極先端までの距離 l_1 と、予じめ設定された溶接電圧設定値 e_r と検出された溶接電圧 ea との差電圧 $(e_r - ea)$ に相当する信号 l_1 との和である特許請求の範囲第8項または第9項に記載の工業用ロボットの制御装置。

特開昭56-159707(2)

特許請求の範囲第1項乃至第5項のいずれか一に記載の工業用ロボットの制御装置。

8 加工工具と被加工物とを相対向に移動させるための座標軸と、前記加工工具の姿勢を決定する姿勢制御軸とを有し、前記各軸の動作を指令する制御器と、前記制御器からの指令信号に応じて各軸を位置決めするサーボ制御回路とからなる工業用ロボットの制御装置において、前記姿勢制御軸の現在位置信号と前記制御器からの指令信号のうち加工工具の実効長さを指示する指令信号とを受けて加工工具の実効長さ変更時に発生する加工工具先端指向位置の変化量を演算し前記座標軸の位置修正信号を算出する第1の演算回路と、前記姿勢制御軸の動作量を検出する検出器を設けるとともに前記位置指令信号のうち姿勢制御軸に対する指令信号を受けて姿勢変更時に発生する加工工具先端指向位置の変化量を演算し前記座標軸の位置修正信号を算出する第2の演算回路と、前記第2の演算回路の出力を記憶し前記姿勢制御軸の動作に対応して読み出す記

11 前記加工工具は消耗電極を用いるアーク溶接用トーチであり、前記加工工具の実効長さ信号は前記アーク溶接用トーチの支持点からトーチ先端までの距離 l_1 と、トーチ先端から突出した消耗電極の長さ l_2 と予め定められた溶接電圧 ea に相当する信号 l_1 との和であり前記電極の突出し長さ l_2 と溶接電圧に相当する信号 ea との少なくとも一方を調整可能とした特許請求の範囲第8項または第9項に記載の工業用ロボットの制御装置。

12 前記第1の演算回路は、前記加工工具の実効長さの変更指令信号を受けたときに姿勢制御軸の原点からの回転角と実効長さの基準信号からの偏差量とに応じて前記座標軸の位置修正信号を算出する主演算器と、前記主演算器の出力から前記実効長さの変更指令信号を受ける以前に算出した前記座標軸の修正量の総和を差引く補助演算器とからなる特許請求の範囲第8項乃至第11項のいずれか一に記載の工業用ロボットの制御装置。

13 前記第2の演算回路は、姿勢制御軸の回転指令信号を受けたときに各軸の原点からの回転角に応じて前記座標軸の位置修正信号を算出する主演算器と、前記主演算器の出力から姿勢制御軸の前記回転指令信号を受ける以前に算出した前記座標軸の修正量の総和を差引く補助演算器とからなる特許請求の範囲第8項乃至第12項のいずれかに記載の工業用ロボットの制御装置。

14 前記姿勢制御軸の現在位置信号は前記制御器から出力される姿勢制御指令信号である特許請求の範囲第8項乃至第13項のいずれかに記載の工業用ロボットの制御装置。

15 前記姿勢制御軸の現在位置信号は、姿勢制御軸の動作位置を検出する検出器の出力である特許請求の範囲第8項乃至第13項のいずれかに記載の工業用ロボットの制御装置。

16 前記記憶回路は、姿勢制御指令信号の1指令単位に対応する基本動作量を n 分割($n \geq 1$)した信号を出力するエンコーダの出力により記

特開昭56-159707(3)

憶値を姿勢制御指令信号の1指令単位の間で n 分割した直線補間法により分配して出力する回路を含む回路である特許請求の範囲第8項に記載の工業用ロボットの制御装置。

3. 発明の詳細な説明

本発明は、予じめ教示された動作を再生しながら加工を施す工業用ロボットに関するものであり、特に加工工具の姿勢変更時および加工工具の実効長さの変更時における動作を容易に行なう制御装置に関するものである。

一般に工業用ロボットにおいては加工工具と被加工物とを相対的に移動させるための座標軸(以後これらの座標軸を主座標軸と呼ぶ。)例えば互いに直交する X 、 Y 、 Z の3軸とこの加工工具を保持する手首部の姿勢を決定するための副座標軸である姿勢制御軸、例えば X 軸および Y 軸に平行な面、即ち XY 平面内にて回転する θ 軸、および Z 軸に平行な面内にて回転する φ 軸(以後 θ 軸および φ 軸を一括して手首軸と呼ぶ。)とを備え、これら各軸を教示された通りに移動させて三次元空間内

に形成された加工線を忠実に再現するように制御される。

第1図は、このように構成された工業用ロボットの例を示す斜視図であり、同図において1はベース、2はベース1上に X 軸方向に横行自在に取付けられたコラム、3はコラム2に Z 軸方向に昇降自在に取付けられたアーム支持体、4はアーム支持体3に Y 軸方向に前後動自在に支持されたアームであり、このアーム先端には加工工具6例えばアーク溶接用トーチを有する手首5が取付けられ、さらにこの手首5は加工工具6を XY 平面内にて θ 軸廻りに、また Z 軸に平行な面内にて φ 軸廻りに廻動して姿勢制御可能になっている。これらのコラム2、アーム支持体3、アーム4はそれぞれ直交軸からなる主座標軸を構成し、電動機あるいは油圧シリンダ等図示を省略した駆動手段によりそれぞれ指令された位置まで駆動されて位置決めされる。さらにこれらロボット本体は別途用意される被加工物7の取付治具8に対応して設置される。被加工物取付治具は必要により図の U 軸および V 軸廻りに回転可能に、また W 軸方向に移動可能に構成される。

この種の工業用ロボットにおいては、被加工物の形状、板厚あるいは加工線の傾きなどに対応して加工工具の実効長さ、例えば溶接用に用いる場合には溶接ガンの選択あるいはアーク溶接における電極高さや溶接トーチ先端からの消耗電極の突出し長さなどを適宜の値に調整することが必要である。第1図に示したような工業用ロボットにおいて加工工具の取付方向がこれらの主座標軸のいずれかと平行である場合には、単にこの実効長さの変化分、例えば溶接用ロボットにおける溶接電圧や突出し長さの変化分だけを該当軸において実行時に教示されたデータから修正してトーチの移動軌跡をその軸方向に平行移動してやればよい。しかし加工工具の取付方向が主座標軸と平行であることは少なく、一般には主座標のいずれに対しても有限の角度を有する姿勢となるのが通常の使用状態である。そしてこれら加工工具の姿勢そのものも加工線が曲線あるいは折れ線状であるときは、これ

らの加工線に対して常に一定の姿勢を保つことが要求される。このため加工の進行に伴って加工機の姿勢制御軸の原点からの角度が変化するように制御されるので主座標軸に対する角度が変化するものである。いま説明を簡単にするために加工機としてアーク溶接用トーチを使用し、第2図(a)に示すようにX、Y平面内においてC点で屈曲した溶接線AないしEが存在し、かつ要求されるアーク電圧が第2図(b)に示すようにA-B間およびD-E間においては e_1 であり、B-D間においては e_2 であり、また溶接トーチもX、Y平面内において移動する場合を考える。同図において点A-C間は直線であるから溶接トーチの姿勢はY軸から θ_1 だけ傾いた一定角度でよく、点Cにおいて屈曲しているため手首軸を溶接線の屈曲角度に応じて回転させてY軸に対して θ_2 としてC-E間においてもA-C間におけると同じく溶接線に対して角度 α となるようにすることが要求される。またアーク電圧はB、D点およびE点で変化させる必要があるから、溶接用トーチ支持点から被溶接物

特開昭56-159707(4)

の溶接点までの距離、即ち加工機の実効長さ： L をA-B間およびD-E間においては e_1 に、B-D間においては e_2 にすることが必要となる。一般にY軸に対して θ の角度を有する溶接用トーチの実効長さ L が ΔL だけ変化したときにはY軸方向には $\Delta L_y = \Delta L \cos \theta$ 、X軸方向には $\Delta L_x = \Delta L \sin \theta$ の変化となつて現われるから必要なアーク電圧が変わつて実効的なトーチ長さが変化してもトーチ先端の指向位置を不変に保ち溶接を切らずに連続して行なうためにはトーチ支持点をこの分だけ修正することが必要となる。それ故、トーチ姿勢 θ の値によつて同一のトーチの実効長さの変化 ΔL に対しても各軸の修正量は零から ΔL までの範囲で大きく異なることになる。

従つて従来のように教示データに一定のシフト量を合算して加工機の軌跡を平行移動させるような方法においては、一連の動作中において自由に加工機の姿勢を変更することはできず、わずかに予じめ定められた姿勢変化がプログラムされているときにのみ、このプログラムによつて指示され

るシフト量を合算して加工機を移動させることができるだけである。このため実行時において、これらを任意に、或いは他の現象、例えば溶接用ロボットにおける溶接用ガンの種類、アーク電圧、電極突出し長さの変化等、に対応して加工機の位置を制御することは不可能であつた。したがつて、従来装置においては、加工線の軌跡を教示するに際して、別途実験により求めた加工条件から加工機のシフト量を計算し、これらを標準軌跡とともに教示してやるが必要であつた。このために、加工条件を見出すときの実験は全て手動指令に頼る他なく、また自動加工実行中において、例えば非消耗電極を用いるTIG溶接法において、アーク電圧を検出してこれを基準値と比較し、差がなくなる方向に溶接用トーチを被溶接物に向つて移動させる、いわゆるアーク電圧追随や消耗電極を用いる溶接法において、溶接用トーチからの消耗電極の突出長さの変化によつて溶接電流が変化することを検出してこれが復帰するように溶接用トーチを移動させる方法は全く採用することができ

ず、これらの方法のためには夫々専用の手段を設ける必要があつた。また第2図のC点においては手首軸を回転させて溶接トーチがA-C間におけると同じ角度 α となるようにすることが必要となる。このとき手首の支持部即ち第1図のアーム4の先端の位置を変えずに手首軸だけを角度 θ 回転させると、その回転中心が加工機先端と離れているために加工機先端は図中に点線で示すように本来の指向位置とは大きく離れた位置となる。

従来このような屈曲する加工線を加工する場合あるいは加工線に対する加工機の姿勢を変化させても加工機先端の指向位置が変化しないようにするためには、加工線を記憶させる段階、即ちティーチング時において手首姿勢変更のために発生した加工機先端位置の変化を、手動指令によりX軸およびY軸を移動させて、加工機先端が正常位置に復帰したことを確認した後にティーチング指令を行い、手首軸およびX軸およびY軸の目標値を記憶させておき、実行時において、この手首姿勢の変更時におけるX、Y各軸の必要な移動量を先

に記憶した各目標値からコンピュータにより計算させながら行う方法が用いられていた。このような方法によるときは、ティーチング作業が非常に複雑となるのみならず、実行時において手首軸の起動とこれによる主座標軸の位置の補正動作とが独立して行なわれることになる。ところで、主座標軸であるX、Y、Z各軸にはそれぞれ異なる重畳の機構が装着されておりかつ極座標系である手首回転のための θ 、 φ 軸とは当然ループゲインおよび応答速度が異なり、これらを正確に調整して動特性を一致させることは相当な困難性を有する。しかも、これら各軸の動特性は各軸の調整位置によっても負担重量の変化や慣性モーメントが変化するために一定ではなく、これら変動する動特性をすべての位置において一致させることはほとんど不可能に近い。

一方、ティーチング作業を容易にするために手首軸の回転指令を分割し、この指令信号に応じて加工具先端をもとの位置に保持するために、主座標軸の移動すべき量を演算し、この演算結果をX、

演算能力の範囲内に検出間隔が制約されることになり、遅れの増加は避けられず、正確な補正動作は望めない。

本発明は、加工具の姿勢制御軸の現在位置信号と加工具の実効長さ指令信号とから、加工具の実効長さ変更時に発生する加工具の先端指向位置の変化量を算出し、この結果に応じて加工具の支持手段である主座標軸の位置修正信号を得、さらにこれに加えて、姿勢制御指令信号を受けて手首軸を回転するときに姿勢制御指令信号を受けて姿勢変更により発生する加工具先端の指向位置の変化量を演算し、この演算結果を順次記憶するとともに姿勢制御軸の動作に応じて先に演算して記憶しておいた加工具先端の指向位置の変化量を読み出し、この信号により主座標軸に対する位置指令信号を修正して主座標軸の位置を制御する構造として手首軸の起動を含む場合においても加工具先端の指向位置を全く変化させることなく正確かつ遅れない位置制御を可能にしたものである。

第3図は、本第1の発明を第1図に示したよう

特開昭56-159707(5)

Y、Z各軸に対する位置指令信号に加算して主座標軸の位置を補正しながら制御する方法、あるいは手首軸の回転角度を検出し、この検出値によつてX、Y、Z各軸の補正量を計算して制御する方法が提案されている。しかるに、前者においては、手首軸の回転指令信号により手首の起動と補正のための主座標軸の駆動とを独立して行うことになるので、前述のように各軸の動特性の差から各軸を正確に協調させることは困難であり、一方、後者においては手首軸の回転量を検出してからこの検出値に対する主座標軸の補正量を演算し、この演算結果によつて主座標軸を移動させることになるので相当量の動作遅れが避けられない。さらに、主座標軸の位置の補正を正確に行うには、手首軸の回転角の検出をできるだけ細かい間隔で行うことが必要となるが、この補正量の演算には後述するように三角関数を含むから、大量の三角関数の演算を高速で行うことが必要となり、一般に工業用ロボットに用いられるマイクロコンピュータ程度の能力では到底実現不可能である。したがって、

な主座標軸としてX、Y、Zの直交3軸および手首軸として θ 、 φ の回転2軸を有する工業用ロボットに適用するときの実施例を示す構成図である。同図において、9は各軸に対する指令信号を発生する制御器であり、11aはX軸駆動制御回路、11bはX軸駆動電動機、11cはX軸位置検出用エンコーダであり、この11aないし11cはX軸位置決め用サーボ制御回路を構成している。同様に12a、13a、14a、15aはそれぞれY軸、Z軸、 θ 軸および φ 軸の各駆動制御回路、12b、13b、14b、15bは各軸駆動用電動機、12c、13c、14c、15cは各軸位置検出用エンコーダであり、12aないし12cはY軸用、13aないし13cはZ軸用、14aないし14cは θ 軸用、15aないし15cは φ 軸用のそれぞれ位置決め用サーボ制御回路を構成している。16および17はそれぞれ制御器9からの θ 軸位置指令信号および φ 軸位置指令信号を演算し記憶する θ 軸および φ 軸現在位置記憶用レジスタであり、それぞれ各軸が原点位置に復帰し

たときにリセットされる。このレジスタ16および17はエンコード14cおよび15cの出力を演算するものであつてもよく、この場合は実際の動作に即した信号を得ることができる。18は制御器9からの θ 、 ϕ 軸に対する両軸の位置増分指令 θ_c 、 ϕ_c を受けてこのときのX、Y、Z各軸の修正量を θ 、 ϕ 軸の各現在位置に応じて算出する演算回路、19は各軸の移動を手動指令するためのティーチング操作箱、20は自動運転実行時に運転開始、停止などを指令する自動操作箱21ないし23は制御器9の出力を演算回路18の出力にて修正して総合出力を得る修正回路である。

第3図において、制御器9は各軸に対する位置指令信号 x_c ないし ϕ_c を別途定められた移動速度に対応したパルス間隔で指令単位毎に出力し、各軸はこの位置指令信号を受けてサーボ制御回路により入力信号に対応して駆動される。この位置決め結果は、それぞれに設けられたエンコード11cないし15cによつて検出され、それぞれの軸の制御回路11aないし15aにフィードバ

特開昭56-159707(6)

ックされて入力信号との間に偏差がなくなつた位置で停止する。手首軸に対する位置指令信号 θ_c 、 ϕ_c はまた θ 軸および ϕ 軸現在位置記録用レジスタ16および17にて積算される。レジスタ16および17においては手首軸の原点からの回転角度 θ 、 ϕ を積算し演算回路18に出力する。

一方制御器9からはまた加工工具の実効長さを指令する信号 a も出力され、この信号 a は演算回路18に供給されレジスタ16および17の信号 θ 、 ϕ とともにX、Y、Z各軸の修正量を演算し、この修正量は主座標軸に対する指令信号 x_c 、 y_c 、 z_c と修正回路21ないし23にて加算合成されて各軸の駆動回路11aないし13aに供給される。この結果、加工工具の先端は加工工具の実効長さ信号の変化にかかわらず常に同じ指向位置に向うことになる。

ここで演算回路18について詳細に説明する。

第4図は第1図の装置の加工工具部分のみを取出して座標軸との関係を示した説明図である。第4図において、 a_0 は手首の θ 軸の回転中心から加工

具取付位置までの手首の長さを示し、 a_1 は加工工具の実効長さを示す。いま手首の回転中心が点Qにあり、手首が θ 軸廻りに図示の方向に θ 、 ϕ 軸廻りに ϕ だけ回転しているときの溶接ヘッドの先端位置 $P_1(x_1, y_1, z_1)$ は、

$$x_1 = a_0 \cos \theta - a_1 \sin \theta \sin \phi \quad \dots (1)$$

$$y_1 = a_0 \sin \theta + a_1 \sin \theta \cos \phi \quad \dots (2)$$

$$z_1 = a_1 (1 - \cos \phi) \quad \dots (3)$$

である。

ここで手首の長さ a_0 はロボット本体の構造によつて定まるので通常一定と考えてよい。加工工具6の実効長さ a_1 は前述のように目的によつて種々変化した値が指示される。いま加工工具6の実効長さが a_1 から a_2 に変化したときを考える。このとき加工工具6の先端位置の座標 $P_2(x_2, y_2, z_2)$ は上記(1)ないし(3)式に a_1 のかわりに a_2 を代入すれば得られ、このときの加工工具6の先端の移動量は各座標軸において

$$\Delta x_1 = x_2 - x_1 = (a_2 - a_1) \sin \theta \sin \phi \quad \dots (4)$$

$$\Delta y_1 = y_2 - y_1 = (a_2 - a_1) \sin \theta \cos \phi \quad \dots (5)$$

$$\Delta z_1 = z_2 - z_1 = (a_2 - a_1) (1 - \cos \phi) \quad \dots (6)$$

となる。これを実効長さが a_1 であつたもとの位置にもどすには加工工具の取付部Qを主座標軸に沿つて $(-\Delta x_1, -\Delta y_1, -\Delta z_1)$ だけ移動させればよい。このようにして修正した状態からさらに加工工具の実効長さの指令が a_2 から a_3 に変化したときには

$$\Delta x_2 = x_3 - x_2$$

$$\Delta y_2 = y_3 - y_2$$

$$\Delta z_2 = z_3 - z_2$$

(ただし $P_3(x_3, y_3, z_3)$ は実効長さが a_1 から a_3 に変化したときの先端の位置を示す。) だけ点 P_2 から移動していることになる。

(4)ないし(6)式から明らかなように、一般にこれらの修正量は手首姿勢 θ 、 ϕ の値が変化しない限り実効長さの変化分を Δa としたとき

$$\Delta x = -\Delta a \sin \theta \sin \phi \quad \dots (7)$$

$$\Delta y = \Delta a \sin \theta \cos \phi \quad \dots (8)$$

$$\Delta z = \Delta a (1 - \cos \phi) \quad \dots (9)$$

となる。したがつて演算回路18は加工工具の実効長さ a の変化量 Δa と手首姿勢 θ 、 ϕ とから(7)な

いし(9)式を演算する回路とすればよい。

ここで上記 d_a に対応する信号について考えてみる。一般に加工工具の移動軌跡を教示するティーチング時には加工工具の形状および実効長さは一定のものにより行うのが作業上容易でありかつ作業者の観念的にも理解しやすい。そこで本発明においては、ティーチング時には基準となる特定の実効長さ l_0 を有する模擬的な加工工具を用いてティーチングを行い、実行時には使用する加工工具の実効長さ l_1 を指示することにより $d_a = l_0 - l_1$ を得て上記(7)ないし(8)式の演算を行なわせることにより任意の加工工具に対して加工工具の先端を教示通りの軌跡を描かせることができる。これは例えば溶接用ロボットにおいて、溶接箇所に応じて溶接ガンを自動交換する場合、あるいはアーク溶接において教示時には溶接電極の先端までを実効長さとし、実行時にはこれに必要なアーク長を加えた長さの指令にかえて行う場合などにも相当する。また非消耗電極を用いるTIGアーク溶接においては、一般に溶接電源として垂下特

特開昭56-159707(7)

性あるいは定電流特性の電源を用い、溶接電圧即ちアーク電圧がアーク長に比例することを利用してアーク電圧に応じて加工工具、即ち溶接トーチを被溶接物に対して進退させてアーク電圧を一定に保ついわゆるアーク電圧食いを行うときがあるが、このアーク電圧 e_a と基準電圧 e_r との差を先の各式の d_a に相当させて溶接トーチの主座標軸位置を修正することにより、特別なアーク電圧食い機構を溶接トーチ部に設けることなくアーク電圧食いを実施することができる。この場合、基準電圧 e_r を外部から調整可能とすることにより、各軸の指令信号にかかわらず任意のアーク電圧に設定することができ、溶接条件の設定および変更が容易となる。

また消耗電極を用いるアーク溶接においては加工工具の実効長さは支持点からの溶接トーチの長さ l_1 と溶接トーチの先端からの消耗電極ワイヤの突出し長さ l_2 とアーク長 l_3 との和となる。そして溶接電源に定電圧特性の電源を用いるときはワイヤ突出し長さ l_2 の変化に対応して溶接電流が変化し、

また定電流特性の電源を用いるときは前述のTIG溶接の場合と同様にアーク長の変化に対応してアーク電圧 e_a が変化し、これらはいずれも溶接結果に変化をもたらす。そこでワイヤ突出し長さおよびアーク電圧に相当する信号あるいは、溶接電流、およびアーク電圧検出値と溶接トーチの長さ l_1 とを溶接ヘッドの実効長さ信号 a_2 として用いることによりワイヤ突出し長さとアーク電圧とを常に任意の値にすることができる。

ところで上記各演算は、工業用ロボットに用いられるマイクロコンピュータにおいては通常デジタル信号を入力とし、デジタル信号にて出力される方式によるのが便利である。そして上記(7)ないし(9)式の演算において、演算結果をデジタル量にて出力する際には、演算毎に1単位量未満の値は切捨てられるから、単にデジタル化された信号により(7)ないし(9)式の演算結果の (dx, dy, dz) を修正量として採用すると演算の精度端数が切捨てられて、これが順次累積されて大きな誤差を生ずる可能性がある。これを防止す

るには、演算回路18として加工工具の実効長に対する第 n 番目の指令信号 a_n を受けたときに、各原点からの手首軸の角度に対応して前述の(4)ないし(6)式に相当する

$$dx_n = (a_1 - a_n) \sin \theta \sin \phi \quad \dots (10)$$

$$dy_n = (a_n - a_1) \sin \phi \cos \theta \quad \dots (11)$$

$$dz_n = (a_n - a_1) (1 - \cos \theta) \quad \dots (12)$$

を求める主演算回路と、原点から第 $(n-1)$ 番目までに各指令の変更毎に算出した主座標軸の修正量

dx_i, dy_i, dz_i の総和

$$\sum_{i=1}^{n-1} dx_i, \sum_{i=1}^{n-1} dy_i, \sum_{i=1}^{n-1} dz_i \text{ を算出する加算器}$$

と、上記主演算器の演算結果からこの加算器の加算結果を差引き

$$dx'_n = dx_n - \sum_{i=1}^{n-1} dx'_i \quad \dots (13)$$

$$dy'_n = dy_n - \sum_{i=1}^{n-1} dy'_i \quad \dots (14)$$

$$dz'_n = dz_n - \sum_{i=1}^{n-1} dz'_i \quad \dots (15)$$

を算出する補助演算器とから構成すればよい。演算回路18をこのように構成することによつてデジタル化された値により演算を行う場合の上記誤差は、加工工具の実効長さの各指令変更毎に随時補償される。この結果、誤差の発生は極めて少なくなり精度を飛躍的に向上させることができる。

第3図に示した実施例においては手首軸の角度 θ および ϕ が不変の場合について、加工工具の実効長さ a に変更のあった場合に手首の取付部の位置を主座標軸に対する指令信号を修正することにより移動させて加工工具の指向位置を不動に保つ装置について説明したが、上記(1)ないし(9)式から判るように、加工工具の指向位置は加工工具の実効長さ a 以外に手首軸の角度 θ 、 ϕ によつても変化する。したがつてこれら手首軸の角度に变化が生じる場合にはこれらに対しても加工工具の指向位置を不動に保つことが要求される。

第5図はこのような要求に対処し得る装置の実施例を示す構成図である。同図において9ないし23は第3図と同様の機能を有するものを示す。

力を得る修正回路である。

第5図の装置において各軸のサーボ制御回路および加工工具の実効長さ a の変化に対する第1の演算回路24による主座標軸の修正動作は第3図に示した実施例と同様であるので詳細説明は省略し、手首軸の回転時における修正動作に関して動作を説明する。制御器9からの手首軸に対する信号 θ_c 、 ϕ_c は θ 軸および ϕ 軸現在位置記録用レジスタ16および17にて積算されるとともに第2の演算回路25にも供給される。レジスタ16および17においては手首軸の原点からの回転角度 θ 、 ϕ を積算し第1の演算回路24および第2の演算回路25に出力する。第2の演算回路25は、後に詳述するようにこの θ 、 ϕ から X 、 Y 、 Z 各軸の修正量を演算し記憶回路26に出力する。記憶回路26は第2の演算回路25の演算終了によりこの演算結果を受けて順次記憶する。一方、手首軸の指令信号 θ_c 、 ϕ_c を受けて θ 軸および ϕ 軸は回転を始め、これに従つてエンコーダ14cおよび15cは出力パルスを生ずる。このエンコーダ

特開昭56-159707(8)

24は制御器9からの θ 軸および ϕ 軸に対する指令信号を積算するレジスタ16および17の出力と加工工具の実効長さ信号 a とから主座標軸に対する修正信号を演算する第1の演算回路であり第3図の演算回路18と同じ機能を有するものである。25は制御器9からの θ 、 ϕ 軸に対する両軸の位置増分指令 θ_c 、 ϕ_c を受けてこのときの主座標軸即ち X 、 Y 、 Z 各軸の修正量を θ 、 ϕ 軸の各現在位置に応じて算出する第2の演算回路、26は一般に待合せ行列またはFIFOメモリとよばれる記憶回路であつて、演算回路25の演算終了信号 m を書込み指令として演算結果を到来する頃に記憶し、後述する補間回路27の補間完了信号 r を読み出し指令として記憶した順に先頭から読み出す回路である。

27は記憶回路19の出力を受けて θ 、 ϕ 各軸の移動を検出するエンコーダ14cおよび15cの出力毎にパルス分配する直線補間器であり21ないし23は制御器9の出力を第1の演算回路24および直線補間器25の出力にて修正して総合出

からの出力パルスによつて補間器27は記憶回路26の内容を記憶した順に読み出し、エンコーダ14cおよび15cからの出力パルスに従つて記憶内容をパルス分配して直線補間により X 、 Y 、 Z 各主座標軸に対する修正量を順次出力する。この修正量は、修正回路21ないし23にて第1の演算回路24の出力とともに制御器9からの指令信号 x_c 、 y_c 、 z_c と加算合成されて主座標軸の駆動制御回路11aないし13aに供給される。この結果、加工工具の先端は手首軸 θ および ϕ 軸の位置変化にかかわらず常に同じ指向位置に向うことになる。

ここで演算回路25、記憶回路19および補間回路20について第6図とともに詳細に説明する。

第6図は第1図の装置の加工工具部分のみを取出して座標軸との関係を示した説明図である。第4図において、 a_0 は手首の θ 軸の回転中心から加工工具取付位置までの手首の長さを示し、 a_1 は加工工具の実効長さを示す。いま、手首取付位置が点Qにあり、加工工具先端が点Pにあるときを考える。点

特開昭56-159707(9)

P_0 の座標を $P_0(x_0, y_0, z_0)$ とし、これから θ 軸廻りに θ 、 Ψ 軸廻りに ϕ だけ回転したときの加工具の先端の位置を $P_1(x_1, y_1, z_1)$ とすると、このとき点 P_1 は点 P_0 から

$$dx_1 = a_0 (\cos \theta - 1) - a_1 \sin \phi \sin \theta \quad \dots 08$$

$$dy_1 = a_0 \sin \theta + a_1 \sin \phi \cos \theta \quad \dots 09$$

$$dz_1 = a_1 (1 - \cos \phi) \quad \dots 10$$

だけ移動することになる。したがって手首軸の位置が (θ, ϕ) のときは加工具の先端の位置は $P_1(x_0 + dx_1, y_0 + dy_1, z_0 + dz_1)$ となる。これをもとの位置 P_0 に保つには手首の取付部Qを直交座標軸に沿って $(-dx_1, -dy_1, -dz_1)$ だけ移動させればよい。このようにして修正した状態からさらに手首軸をその1指令単位である θ_c, ϕ_c だけ回転させると、このときの加工具先端の位置 (dx_2, dy_2, dz_2) は上記08ないし09式の θ を $(\theta + \theta_c)$ 、 ϕ を $(\phi + \phi_c)$ とおくことによつて得られるが、実際には手首の取付部はすでに $(-dx_1, -dy_1, -dz_1)$ だけ修正されているから今回の補正すべき量は $(dx_2 - dx_1, dy_2 - dy_1, dz_2 - dz_1)$ である。したがつ

dz' の総和を算出する加算器と、上記主演算器の演算結果からこの加算器の加算結果を差引く補助演算器とから構成することによつて精度の向上が計れるものである。

次に記憶回路26の役割と動作について説明する。前述のようにフィードバックループを有するサーボ制御系においてはその立上り時および定常時に必ず指令信号に対する遅れが発生する。換言すれば、サーボ系の動作はこの遅れの存在によつて動作し得るものである。したがって、各軸は指令信号を受けると各軸特有の遅れを持って目的に近づく方向に動作する。第5図および第6図にて説明したように、手首軸 θ および Ψ 軸が指令信号を受けたとき、この指令信号に対して所定の演算を施し、この演算結果によつて主座標軸(この場合X, Y, Zの各軸)に修正指令を発するような場合には、指令信号のみの取扱いによつてこれら修正動作を行うと、本来修正の原因となる軸(即ち θ, Ψ 軸)の動作と、これらの軸の動作によつて位置の修正指令を受ける軸(即ちX, Y, Z

26
て、第2の演算回路25は θ 軸および Ψ 軸の1指令単位毎に上記08ないし09式の演算を行うとともにこれを記憶し先に演算して記憶しておいた1指令単位前の dx, dy, dz の値から差引いて差を主座標軸X, Y, Zの修正信号として記憶回路26に演算終了信号mとともに出力するものであればよい。08ないし09式の演算において、演算結果をディジタル量にて出力する際には、第3図に示した実施例にて説明したように演算毎に1単位量未満の値は切捨てられるから、前述のように単にディジタル化された演算結果の (dx, dy, dz) と1指令単位前の演算結果との差を修正量として採用すると演算の都度端数が切捨てられて、これが順次累積されて大きな誤差を生ずる可能性がある。そこで第3図の演算回路18と同様に演算回路25として θ および Ψ 軸に対する第n番目の指令信号を受けたときに、各原点からの角度に対する上記08ないし09式の dx_n, dy_n, dz_n を求める主演算器と、原点から第 $(n-1)$ 番目までに各指令単位毎に算出した主座標軸の修正量 dx', dy' ,

軸)の動作との間に動作順序が逆になる場合が生じる。即ち修正指令を受ける軸の応答が速いと手首軸 θ, Ψ 軸が未だ主座標軸の修正を必要とするほどに回転しない間にX, Y, Zの各軸が不要な修正動作を実行してしまうことが発生する。これを防止するために設けられたのが記憶回路26であり、手首軸 $(\theta, \Psi$ 軸)の指令値に対する主座標軸の修正量の演算のみを行い、この演算結果を一時記憶し、その後、現実には θ, Ψ 軸が回転して修正が必要な値となつたときに、この演算結果を順次読み出して主座標軸の修正を行うようにしたものである。このように θ, Ψ 軸の回転指令に対してあらかじめ演算しておいた修正量を現実には θ, Ψ 軸が回転したときに主座標軸に出力するので θ, Ψ 軸の動作遅れ量即ち動特性にかかわらず常に必要量のみの修正が実行されて動作が非常に安定確実となる。補間回路27は、記憶回路26の先頭の記憶内容を読み出し、これを一時蓄えとともに姿勢制御軸 θ, Ψ の回転を検出するエンコーダ14c, 15cの出力により、この記憶内容

を直線補間によりパルス分配する。ここで、エンコーダ14cおよび15cの出力が θ および φ 軸の各1指令単位に対して1単位のパルスを発するときは、補間回路27は当然不要であり、記憶回路26の記憶内容を直接エンコーダ14cおよび15cの出力を読み出し指令として読み出して修正回路21ないし23に供給するとよい。しかし、この場合には、 θ および φ 軸の1指令ユニットに対する前述の修正量が、X、Y、Z軸の各1指令単位程度ならよいが第6図の手首長さ a 、加工具長さ a が大きな値となるときは θ 、 φ 軸の1指令単位に対してX、Y、Zの各軸の修正量は数10〜数100指令単位に達することがある。このような大きな修正量を一度に修正することは、加工具先端の動作が不規則なものとなり、初期の目的を達し得ないときがある。これを解決するためには、エンコーダ14cおよび15cの出力を θ 、 φ 軸の指令数に対して n 倍の出力パルスが発生するものとし、この n 倍のパルスによつて記憶回路26から読み出した修正量を直線補間して n 回に

特開昭56-159707(10)

分配すればよい。このようにすれば、 θ 、 φ 軸の1指令単位に対して n 倍の分解能でX、Y、Zの各軸の位置の修正が可能となる。この場合、X、Y、Z各軸に対する指令信号 x_c 、 y_c 、 z_c と θ 、 φ 軸に対する指令信号 θ_c 、 φ_c との間には $n:1$ 以上のパルス比率とすることが必要となるが、一般にX、Y、Z各軸の移重量は毎分メートル以上となりこれに対応するパルスは数万パルスに達する。これに対して、 θ 、 φ 両軸の移動量は毎分回転程度でありこれに要するパルスは数百ないし数千パルスである。したがつて上記比率の n は10程度に設定しても十分に間に合うものである。

上記記憶回路26において出力を外部からのパルス分配指令に応じて直線補間した出力を得るものとすれば補間回路27は省略してもよいことはもちろんである。

なお上記の説明においては説明を簡単にするために加工具をX、Y、Zの各直交3軸に沿つて位置決めする工業用ロボットについて説明したが、これら主座標軸は2軸以下でもよく、また手首軸

も θ 軸あるいは φ 軸のいずれか一方のみを有するロボットに対しても本発明の制御装置を適用することができる。さらに加工具と被加工物とは相対移動することによつて加工が行なわれるものであるからこれら主座標軸のうち任意の軸を被加工物の位置を制御する軸としてもよいことはもちろんである。例えば第1図の装置においてX軸のかわりに被加工物取付治具のW軸の位置の制御に本発明の装置を適用する。このようにするときは載荷重量および慣性モーメントともに最大となる正確な位置決め制御が難しいX軸に微妙な補正動作を行なわせる必要がなくなり、またX軸方向の加工可能範囲がX軸およびW軸の調整範囲の和となり機能の向上が計れるものである。

さらに本発明は上記実施例に示したように主座標軸が直交座標系にて構成される場合のみ適用されるのではなく、主座標軸が極座標系により構成される場合および円柱座標系により構成される場合、あるいはこれら各座標系を部分的に混合して用いる場合などあらゆる座標系により構成さ

れる工業用ロボットに対して適用し得ることは容易に理解できるところである。これらの場合、演算回路の演算内容および座標軸に対する指令信号の種類などはそれぞれの座標系に応じたものとすることはもちろんである。

以上のように本発明の装置によるときは、加工具の長さを任意に変更することができるので、加工具の選定、取替が容易にできる。特に本制御装置を溶接用ロボットに用いるときは、アーク溶接においてアーク電圧や消耗電極の突出し長さを変更する場合あるいは抵抗溶接において溶接ガンの取替えを行う場合など加工具である溶接トーチの実効長さに変更が生じてても教示操作をやり直す必要がなく、教示されたデータはもとのままで、単に実効長さの変更指令を行うだけで主座標軸に対する位置指令が修正されるので任意の実効長さを容易に選択することができる。このため溶接条件の選定および変更がきわめて容易となる。またこの実効長さ指令信号に検出した溶接電圧や溶接電流信号を加味するときは、非消耗電極を用いる丁

IG溶接におけるアーク電圧値制御や消耗電極を用いるアーク溶接における電極ワイヤの突出し長さの制御などのフィードバック制御をテーピング指令の実行中にオンラインで行うことができるので、これら制御方法を行うための専用の機構を溶接ヘッド部に設ける必要がなく、装置が大幅に簡略化され安価に製作できるのみならず溶接ヘッド部の重量が軽くなり、動作をより高速で精度よく行なわせることが可能となる。さらに上記実効長さの変更に対する修正動作に加えて手首姿勢制御軸 θ 、 φ に対する指令信号を受けて姿勢変更のために生ずる主座標軸の位置修正量を演算し、これを順次記憶するとともに、手首軸の移動に応じてその移動を検出する検出パルスによつてこの記憶した修正量を順次読み出して直交軸の位置指令値を修正して各軸を駆動するようにしたので、手首姿勢変更時も加工具先端の指向位置を所定の位置にしたまま円滑に行うことができる。また修正量の演算そのものは、姿勢指令信号発信時に θ 、 φ 軸の1指令単位毎に行うので演算時間を比較

補間回路、21~23…修正回路、24…選択回路、X、Y、Z…直交座標軸、 θ 、 φ …姿勢制御軸

代理人 弁理士 中 井 宏

特開昭56-159707(11)

的長くとることができ、また演算結果を記憶回路に一時記憶し、これを順次読み出して直交軸の修正を行うようにしたので、応答遅れによる誤差や不要な修正動作がなく安定して正確に修正をすることができる。さらに、記憶した修正量を手首軸の移動指令単位の n 倍の出力パルス数を発生するエンコーダの出力にて直線補間して出力し修正するときは、直交軸の位置の修正を高分解能にて行うことができる。

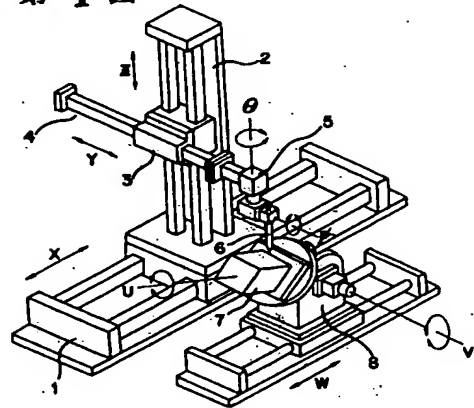
4.図面の簡単な説明

第1図は本発明の対象となる工業用ロボットの外形を示す斜視図、第2図第4図および第6図は加工具が実効長さおよび姿勢を変更するときの様子を示す説明図、第3図および第5図は本発明の装置の実施例を示す構成図である。

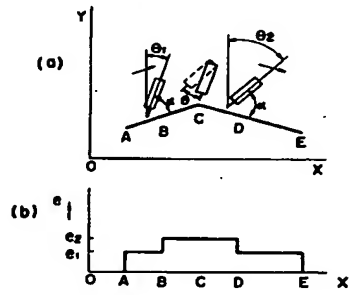
2…コラム、3…アーム支持体、4…アーム、5…手首部、6…加工具、9…制御器、11a~15a…各軸の駆動制御回路、11b~15b…駆動電動機、11c~15c…エンコーダ、18、24、25…演算回路、26…記憶回路、20…

図面の浄書(内容に変更なし)

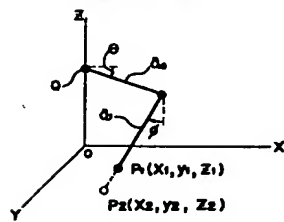
第1図



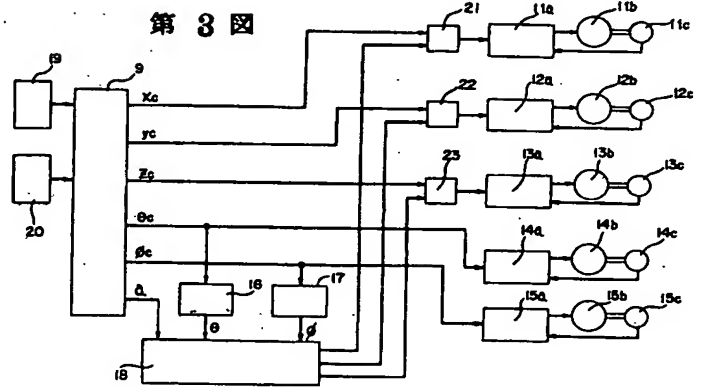
第 2 図



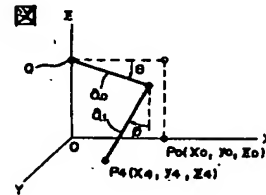
第 4 図



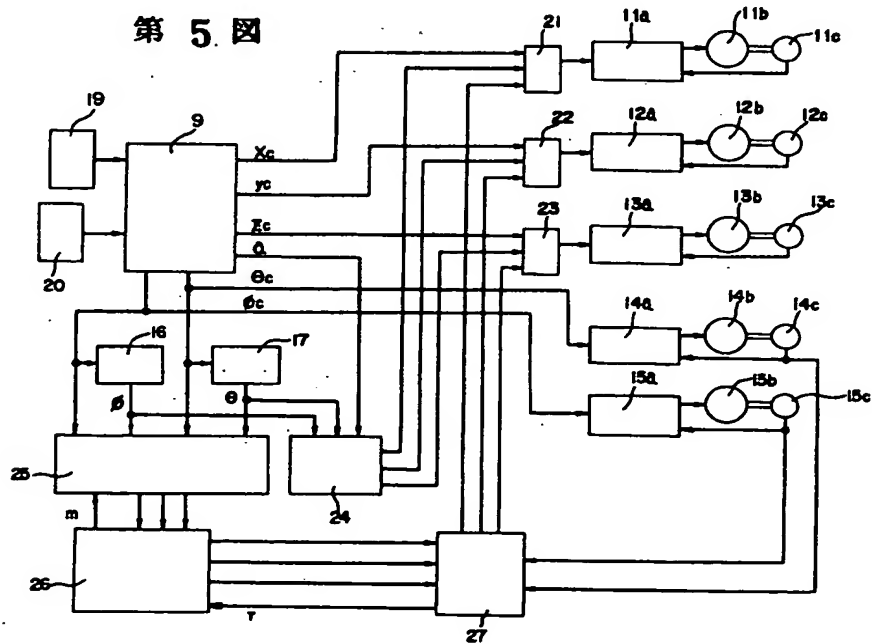
第 3 図



第 6 図



第 5 図



特開昭56-159707(13)

手続補正書(自発)

手続補正書(自発)

昭和55年6月10日

昭和55年9月8日

特許庁長官殿

特許庁長官殿

1. 事件の表示
特願昭55-63589号
2. 発明の名称
工業用ロボットの制御装置
3. 補正する者
事件との関係 特許出願人
(026) 大阪実業株式会社
4. 代理人
住 所 〒532 大阪市淀川区田川2丁目1番11号
大阪実業株式会社内
氏 名 (8295) 弁護士 中 井 宏
(連絡先 電話(06) 301-1212)
5. 補正命令の日付 自発
6. 補正の対象 「明細書」および「図面」
7. 補正の内容 別紙のとおり
「明細書および図面」
(内容に変更あり)

1. 事件の表示
特願昭. 5. 5 - 6 3 5 8 9 号
2. 発明の名称
工業用ロボットの制御装置
3. 補正する者
事件との関係 特許出願人
(026) 大阪実業株式会社
4. 代理人
住 所 〒532 大阪市淀川区田川2丁目1番11号
大阪実業株式会社内
氏 名 (8295) 弁護士 中 井 宏
(連絡先 電話(06) 301-1212)
5. 補正の対象
明細書の「特許請求の範囲」、「発明の詳細な説明」および「図面の簡単な説明」の欄
6. 補正の内容
(1) 特許請求の範囲を別紙の通り訂正する。

(2) 昭和55年6月10日付手続補正書により浄書した明細書の第14頁8行の

「図中に」の前に「第2」を加入する。

(3) 同第23頁11行の

「(7) ないし (8) 式」を「(7) ないし

(9) 式」に訂正する。

(4) 同第26頁1行の

「実効長」を「実効長さ」に訂正する。

(5) 同第28頁16行の

「記憶回路19」を「記憶回路26」に、

また同頁20行の

「直線補間器25」を「直線補間器27」に

それぞれ訂正する。

(6) 同第30頁13行ないし14行の

「記憶回路19および補間回路20」を

「記憶回路26および補間回路27」に、

また同頁16行ないし17行の

「第4図」を「第6図」にそれぞれ訂正する。

(7) 同第31頁2行の「 θ 」を「 θ 」に、また同頁16行

の「上記(10) ないし(12) 式の」を「上記(16)

ないし(18) 式の」にそれぞれ訂正する。

(8) 同32頁1行の

「第2の演算回路26」を

「第2の演算回路25」に訂正する。

(9) 同33頁12行の

「第5図および」を「第2図および」に訂正する。

(10) 同36頁7行の

「移動量」を「移動量」に訂正する。

(11) 同39頁15行、第40頁2行および8行の

「直交軸」を「主座標軸」に訂正する。

(12) 同第40頁末行ないし41頁1行の

「20・・・補間回路」を「27・・・補間回路」に訂正する。

(13) 同第41頁1行ないし2行の

「24・・・選択回路」を抹消する。

以上

特許請求の範囲

1 加工具と被加工物とを相対的に移動させるための座標軸と、前記加工具の姿勢を決定する姿勢制御軸とを有し、前記各軸の動作を指令する制御装置と、前記制御装置からの指令信号に応じて各軸を位置決めするサーボ制御回路とからなる工業用ロボットの制御装置において、前記姿勢制御軸の現在位置信号と前記制御装置からの指令信号のうち加工具の実効長さを指示する指令信号とを受けて加工具の実効長さ変更時に発生する加工具先端指向位置の変化量を演算し前記座標軸の位置修正信号を算出する演算回路と、前記指令信号のうち前記座標軸に対する位置指令信号を前記演算回路の出力信号により修正して前記サーボ制御回路に伝送する修正回路とを具備した工業用ロボットの制御装置。

2 前記工業用ロボットの制御装置において、加工具の移動軌跡を教示するティーチング時には基準の加工具長さ L_0 にて教示し、実行時には前記基準長さ L_0 に替えて調整可能な実行長

5 前記演算回路は、前記加工具の実効長さの変更指令信号を受けたときに姿勢制御軸の原点からの回転角と実効長さの基準信号からの偏差量とに応じて前記座標軸の位置修正信号を算出する主演算器と、前記主演算器の出力から前記実効長さの変更指令信号を受ける以前に算出した前記座標軸の修正量の総和を差引く補助演算器とからなる特許請求の範囲第1項乃至第4項のいずれか一に記載の工業用ロボットの制御装置。

6 前記姿勢制御軸の現在位置信号は前記制御装置から出力される姿勢制御指令信号である特許請求の範囲第1項乃至5項のいずれか一に記載の工業用ロボットの制御装置。

7 前記姿勢制御軸の現在位置信号は、姿勢制御軸の動作位置を検出する検出器の出力である特許請求の範囲第1項乃至第5項のいずれか一に記載の工業用ロボットの制御装置。

8 加工具と被加工物とを相対向に移動させるための座標軸と、前記加工具の姿勢を決定する姿勢制御軸とを有し、前記各軸の動作を指令する制御

特開昭56-159707 (14)

さ L_1 を前記演算回路に供給する切替え回路を設けた特許請求の範囲第1項に記載の工業用ロボットの制御装置。

3 前記加工具は非消耗電極を用いるアーク溶接用トーチであり、前記加工具の実効長さ信号は前記アーク溶接用トーチの支持点から非消耗電極先端までの距離 L_2 と、予じめ設定された溶接電圧設定値 e_r と検出された溶接電圧 e_a との差電圧($e_r - e_a$)に相当する信号 L_3 との和である特許請求の範囲第1項または第2項に記載の工業用ロボットの制御装置。

4 前記加工具は消耗電極を用いるアーク溶接用トーチであり、前記加工具の実効長さ信号は前記アーク溶接用トーチの支持点からトーチ先端までの距離 L_4 と、トーチ先端から突出した消耗電極の長さ L_5 と予め定められた溶接電圧 e_a に相当する信号 L_6 との和であり前記電極の突出し長さ L_5 と溶接電圧に相当する信号 L_6 との少なくとも一方を調整可能とした特許請求の範囲第1項または第2項に記載の工業用ロボットの制御装置。

器と、前記制御装置からの指令信号に応じて各軸を位置決めするサーボ制御回路とからなる工業用ロボットの制御装置において、前記姿勢制御軸の現在位置信号と前記制御装置からの指令信号のうち加工具の実効長さを指示する指令信号とを受けて加工具の実効長さ変更時に発生する加工具先端指向位置の変化量を演算し前記座標軸の位置修正信号を算出する第1の演算回路と、前記姿勢制御軸の動作量を検出する検出器を設けるとともに前記位置指令信号のうち姿勢制御軸に対する指令信号を受けて姿勢変更時に発生する加工具先端指向位置の変化量を演算し前記座標軸の位置修正信号を算出する第2の演算回路と、前記第2の演算回路の出力を記憶し前記検出器の出力に対応して読み出す記憶回路と、前記位置指令信号のうち前記座標軸に対する指令信号を前記第1の演算回路の出力と前記記憶回路の出力信号とにより修正して前記サーボ制御回路に伝送する修正回路とを具備した工業用ロボットの制御装置。

9 前記工業用ロボットの制御装置において、加

工具の移動軌跡を教示するティーチング時においては基準の加工長さ L_0 にて教示し、実行時には前記基準長さ L_0 に替えて調整可能な実行長さ L_1 を前記演算回路に供給する切替え回路を設けた特許請求の範囲第8項に記載の工業用ロボットの制御装置。

10 前記加工工具は非消耗電極を用いるアーク溶接用トーチであり、前記加工工具の実効長さ信号は前記アーク溶接用トーチの支持点から非消耗電極先端までの距離 L_2 と、予じめ設定された溶接電圧設定値 e_r と検出された溶接電圧 e_a との差電圧($e_r - e_a$)に相当する信号 L_3 との和である特許請求の範囲第8項または第9項に記載の工業用ロボットの制御装置。

11 前記加工工具は消耗電極を用いるアーク溶接用トーチであり、前記加工工具の実効長さ信号は前記アーク溶接用トーチの支持点からトーチ先端までの距離 L_4 と、トーチ先端から突出した消耗電極の長さ L_5 と予じめ定められた溶接電圧 e_a に相当する信号 L_6 との和であり前記電極の突出し長さ L_5 と溶

特開昭56-159707 (15)

接電圧に相当する信号 L_6 との少なくとも一方を調整可能とした特許請求の範囲第8項または第9項に記載の工業用ロボットの制御装置。

12 前記第1の演算回路は、前記加工工具の実効長さの変更指令信号を受けたときに姿勢制御軸の原点からの回転角と実効長さの基準信号からの偏差量とに応じて前記座標軸の位置修正信号を算出する主演算器と、前記主演算器の出力から前記実効長さの変更指令信号を受ける以前に算出した前記座標軸の修正量の総和を差引く補助演算器とからなる特許請求の範囲第8項乃至第11項のいずれかーに記載の工業用ロボットの制御装置。

13 前記第2の演算回路は、姿勢制御軸の回転指令信号を受けたときに各軸の原点からの回転角に応じて前記座標軸の位置修正信号を算出する主演算器と、前記主演算器の出力から姿勢制御軸の前記回転指令信号を受ける以前に算出した前記座標軸の修正量の総和を差引く補助演算器とからなる特許請求の範囲第8項乃至第12項のいずれかーに記載の工業用ロボットの制御装置。

14 前記姿勢制御軸の現在位置信号は前記制御器から出力される姿勢制御指令信号である特許請求の範囲第8項乃至第13項のいずれかーに記載の工業用ロボットの制御装置。

15 前記姿勢制御軸の現在位置信号は、姿勢制御軸の動作位置を検出する検出器の出力である特許請求の範囲第8項乃至第13項のいずれかーに記載の工業用ロボットの制御装置。

16 前記記憶回路は、姿勢制御指令信号の1指令単位に対応する基本動作量を n 分割($n \geq 1$)した信号を出力するエンコーダの出力により記憶値を姿勢制御指令信号の1指令単位の間で n 分割した直線補間法により分配して出力する回路である特許請求の範囲第8項に記載の工業用ロボットの制御装置。